

Diversidad y aspectos biológicos de abejas silvestres de un ambiente urbano y otro natural de la región central de Santa Fe, Argentina

DALMAZZO, Milagros

División Entomología, Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia", Ángel Gallardo 470, C1405DJR, Buenos Aires; e-mail: mdalmazzo@macn.gov.ar

Diversity and biological aspects of wild bees in an urban and a natural environment in the central region of Santa Fe, Argentina

■ **ABSTRACT.** The purpose of this contribution is to present a survey of wild bees in the central region of Santa Fe, and to compare the diversity and biological aspects of the bee communities at two different environments of the same region. Bees were surveyed at the ecological reserve Reserva Universitaria "Escuela Granja" in the locality of Esperanza, and at an urban area in the locality of Susana, both in the Espinal Phytogeographic Province. Bees were sampled from October to December 2004 and from January to March 2005, recording their plant associations. A total of 277 specimens were collected, belonging to 62 species (27 genera in 5 families). The rarefaction curves indicate a higher rate of species accumulation for the ecological reserve; the Shannon diversity index was 3.25 for the ecological reserve and 2.64 for the urban area. In order to compare the composition of the bee communities at the two sites, the bees were classified into three categories: degree of specialization in the use of floral resources, nesting substrate, and social behavior. It was observed that specialized bees who nest in the soil showed an association with the natural environment while the generalist species who nest in pre-existing cavities showed an association with the urban environment. No association was found between type of social behavior and type of environment.

KEY WORDS. Wild bees. Biodiversity. Habitat comparison. Checklist. Santa Fe.

■ **RESUMEN.** El objetivo del presente trabajo fue relevar el elenco de abejas silvestres en la región central de Santa Fe y comparar la diversidad de especies y aspectos biológicos en dos ambientes de una misma región. Las abejas fueron colectadas en el estrato herbáceo de la Reserva Universitaria "Escuela Granja" de la localidad Esperanza, y en la zona urbana de la localidad Susana, ambas ubicadas dentro de la Provincia Fitogeográfica del Espinal. La colecta se realizó en octubre, noviembre y diciembre de 2004 y en enero, febrero y marzo de 2005, registrando las especies vegetales sobre las que se capturaron. Se colectaron 277 ejemplares en total, de los cuales se identificaron 62 especies (27 géneros en 5 familias). Las curvas de rarefacción indican una tasa de acumulación de especies mayor para la Reserva Ecológica, los índices de diversidad de Shannon son 3,25 para la Reserva Ecológica y 2,64 para la Zona Urbana. Para la comparación de las

comunidades en ambos sitios, las abejas fueron clasificadas en tres categorías según la especialización en el uso del recurso floral, sustrato de nidificación y comportamiento social. Se observó una asociación entre los grupos especialistas y de nidificación en el suelo con el ambiente natural, y por otro lado, las especies generalistas y de nidificación en cavidades con el ambiente urbano. No se identificaron diferencias, en cuanto al tipo de comportamiento social de las especies, entre ambos sitios.

PALABRAS CLAVE. Abejas silvestres. Biodiversidad. Comparación de hábitat. Lista de especies. Santa Fe.

INTRODUCCIÓN

Las abejas (Apoidea, Hymenoptera) son el grupo de insectos que por su diversidad, alimentación y comportamiento ejercen la acción polinizadora de mayor importancia. Esto es así tanto para las plantas silvestres como para numerosas plantas cultivadas (Buchmann & Nabhan, 1996; Klein *et al.*, 2006). Por esta razón, es de gran interés conocer las especies que conforman la comunidad de abejas silvestres de una determinada región. Las contribuciones más recientes han tendido a comparar la composición de la melitofauna entre dos o más tipos de ambientes, con el objetivo de identificar los factores que determinan dicha composición y cuáles son las interacciones con la vegetación. Los resultados encontrados sugieren, desde la perspectiva del manejo, preservar áreas de alta diversidad floral que actúen como reservorio de las comunidades de abejas (Silveira *et al.*, 1993; Silveira & Campos, 1995; Schwartz Filho & Laroca, 1999; Bartholomew *et al.*, 2006; Bartholomew & Prowell, 2006; Vázquez *et al.*, 2008).

En la Argentina, son escasos los esfuerzos que se han realizado en el relevamiento de las comunidades de abejas. Los más destacados han sido, históricamente, los de Jensen Haarup (1908) y Jörgensen (1909, 1912a, b), quienes relevaron las abejas de Mendoza durante los años 1904 a 1909. Otros relevamientos más recientes forman parte de estudios ecológicos sobre redes de interacciones planta-polinizador en distintos ecosistemas (Vázquez & Simberloff, 2002; Medán *et al.*, 2002; Basilio *et al.*, 2006). Para la provincia de Santa Fe, los escasos

datos existentes corresponden a las abejas silvestres que conforman la entomofauna relacionada con la polinización del girasol en dos localidades, Sunchales y Reconquista (Torretta, inéd.); localidades que pertenecen a las Provincias Fitogeográficas del Espinal y Paranense respectivamente (Pensiero *et al.*, 2005).

En la provincia de Santa Fe, los ambientes del espinal se encuentran altamente modificados por actividades agrícolas y ganaderas. En este contexto, los sitios urbanos pueden ser de importancia para las comunidades de abejas, ya que si bien presentan modificaciones en su estructura y vegetación, ofrecen flores ornamentales y silvestres como también recursos para la nidificación. El conocimiento y comparación del elenco de abejas de un ambiente urbano y otro natural, dentro de una misma región, proporciona información para la toma de decisiones en materia de conservación y manejo de las comunidades de abejas.

El objetivo del presente trabajo fue relevar el elenco de abejas silvestres y sus relaciones con las plantas en la región central de Santa Fe, y comparar la diversidad de especies y aspectos biológicos de estas comunidades en dos ambientes con distinto nivel de intervención antrópica en una misma región. Además, se pretende explorar los posibles cambios en la composición de las comunidades de abejas. Un serio impedimento en la comparación directa de la constitución específica de dos o más áreas, está dado por la importante variación que presentan las comunidades de abejas a nivel específico, tanto en el espacio como en el tiempo (Herrera, 1988; Minckley *et al.*, 1999; Williams *et al.*, 2001). Sitios próximos,

incluso dentro de una misma comunidad vegetal, pueden presentar elencos de especies notablemente disímiles (Minckley *et al.*, 1999). Para evitar la confusión de cambios a nivel específico, que son naturales dentro de las comunidades de abejas, con cambios en el elenco de especies relacionados al grado de disturbio del ambiente, hay autores que proponen la comparación de ciertas características biológicas de las abejas, como son la capacidad de dispersión, los hábitos alimentarios y el sustrato de nidificación, entre otros (Minckley *et al.*, 1999; Williams *et al.*, 2001). Por este motivo, también se evalúa si las diferencias entre sitios antropizados y naturales se ven mejor reflejadas mediante la comparación de grupos definidos según tres factores: hábitos alimentarios, estructura social y sustratos de nidificación. Estas características están probablemente asociadas a cambios en el ambiente, debidos a la perturbación antrópica como son los cambios en la vegetación y en el uso del suelo. Por lo tanto, se espera encontrar menos abejas especializadas en un ambiente urbano debido a la pérdida de las especies vegetales, que son su recurso en las áreas naturales. También, se aguarda encontrar un menor número de especies solitarias en el ambiente urbano, ya que por ser muchas de ellas especialistas, son más sensibles a los cambios en la vegetación. Finalmente, se espera un menor número de especies que nidifican en el suelo debido a la marcada perturbación del mismo en los ambientes urbanos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Sitio de Estudio

El área de estudio se encuentra en la región central de Santa Fe, perteneciente a la Provincia Fitogeográfica del Espinal. Se trata de una zona de transición entre las Provincias Chaqueña y Pampeana, caracterizada por la presencia de bosques y sabanas (Pensiero *et al.*, 2005).

Se colectaron abejas silvestres en dos tipos de ambientes: uno con especies

vegetales nativas y naturalizadas en una reserva ecológica, y otro con especies de jardín y silvestres en una zona urbanizada. Los sitios se encuentran aproximadamente a 60 kilómetros de distancia entre sí. El estudio se realizó entre octubre de 2004 y marzo de 2005.

La Reserva Universitaria "Escuela Granja" (en adelante RE) es un área protegida bajo la categoría de Reserva de Recursos. Se encuentra en el departamento Las Colonias (31° 20' S y 60° 40' W) y comprende 64,7 hectáreas en las que se han identificado seis unidades de vegetación (Exner *et al.*, 2004). La recolección de abejas se realizó en el estrato herbáceo del bosque de *Prosopis sp.* y *Geoffroea decorticans*, el cual ocupa 20 hectáreas.

La localidad de Susana (en adelante ZU), ubicada en el departamento Castellanos (31° 21' S y 61° 30' W), es donde se registraron las especies asociadas a plantas de jardín, silvestres y malezas.

Muestreo

El método de muestreo utilizado fue el descrito por Sakagami *et al.* (1967). Éste consiste en capturar activamente, mediante red entomológica, las abejas sobre las flores que visitan.

En cada ambiente, un colector recorría los senderos y se detenía a coleccionar durante 15 minutos al encontrar un parche con flores. En ZU, se siguió la floración de parques y jardines, por lo que se recorrieron calles del pueblo. En cada sitio, la distancia recorrida por jornada fue de 3.500 m aproximadamente.

Los puntos de captura no fueron fijos y la cantidad de éstos estuvo determinada por el ritmo de floración; el esfuerzo de muestreo fue calculado por las horas de captura. En cada ambiente se llevaron a cabo 14 jornadas de colecta: 2 en octubre, 1 en noviembre, 3 en diciembre, en enero 2 en RE y 3 en ZU, 4 en febrero y en marzo 2 en RE y 1 en ZU. El tiempo de colecta en cada jornada fue de tres horas y media para ZU y seis para RE. Con el fin de no repetir los horarios en los puntos de captura en jornadas consecutivas,

se comenzaba desde el último punto y sendero recorridos en el muestreo anterior.

Los insectos fueron montados registrando la especie vegetal sobre la cual se capturaron, para lo cual fue herborizado el material y posteriormente identificado. El material de referencia fue depositado en la colección entomológica del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" y en el herbario del Museo Provincial de Ciencias Naturales "Florentino Ameghino", Santa Fe.

Análisis de datos

Las abejas y plantas fueron identificadas hasta el nivel de especie; en los casos que no se llegó a especie, se presentan como morfoespecies, con el nombre genérico seguido por un código en relación al género.

Se confeccionó una lista para cada sitio que muestra las capturas de abejas por mes y, mediante un código numérico, en qué vegetal fueron colectadas (Apéndice I). Para las especies vegetales, se confeccionó una lista que detalla el número de especies y de individuos de abejas que recibió cada planta (Apéndice II).

Se utilizó la curva de rarefacción para la estandarización de los datos de cada sitio, permitiendo así su comparación. La acumulación de especies se graficó en función de los individuos colectados (Gotelli & Colwell, 2001). Se utilizó el software EstimateS (Colwell, 2001). Fue calculado el índice de diversidad de Shannon para cada sitio.

Para la comparación de las comunidades de abejas de ambas zonas, se han seleccionado tres aspectos de la biología de las abejas: hábito alimentario, estructura social y sustrato de nidificación. Se excluyen de este análisis las especies cleptoparásitas. Para la definición de la categoría de hábito alimentario, se tomó el criterio de clasificación presentado por Minckley *et al.* (1999), quienes consideran dos alternativas principales: generalistas, para señalar aquellas especies que recogen polen de un amplio número de especies pertenecientes a diversos taxones; y especialistas para

designar aquellas abejas que colectan polen de un mismo género, tribu, subfamilia o familia de plantas. En cuanto a la estructura social, se incluyen como eusociales aquellas especies que presentan colonias con división del trabajo en castas y cooperación de dos o más generaciones de hembras adultas (Michener, 2007). Como especies solitarias, además de aquellas que se comportan de manera estrictamente solitaria, se han incluido las especies que presentan comportamiento intermedio (semisociales y comunales) como son *Augochlora amphitrite* (Schrottky), *A. phoemonoe* (Schrottky) y *Exomalopsis jenseni* Friese. Por último, en la categoría sustrato de nidificación, se distinguen especies que tienen como sustrato de nidificación el suelo, de aquellas que lo hacen en cavidades preexistentes (Michener, 2007). Estas abejas nidifican en cavidades y huecos formados en troncos, ramas, cañas y construcciones. Las morfoespecies se clasificaron según los datos que se conocen para el género. Todas las especies pudieron catalogarse para las categorías referentes a nidificación y comportamiento social. Lamentablemente no existe información suficiente para clasificar todas las especies dentro de la categoría hábitos alimentarios. El mayor problema se presenta en la familia Megachilidae, ya que en nuestro país se desconoce el comportamiento alimentario de sus especies, mientras que en otras regiones se ha encontrado que presenta especies que se comportan como generalistas y otras que lo hacen como especialistas (Banaszak & Romasenko, 1998). Por esta razón, en el análisis de esta categoría, se excluye la familia Megachilidae y cuatro especies de la familia Apidae, de las cuales no se conoce su comportamiento alimentario. Se realizó la prueba del χ^2 para probar diferencias significativas entre sitios.

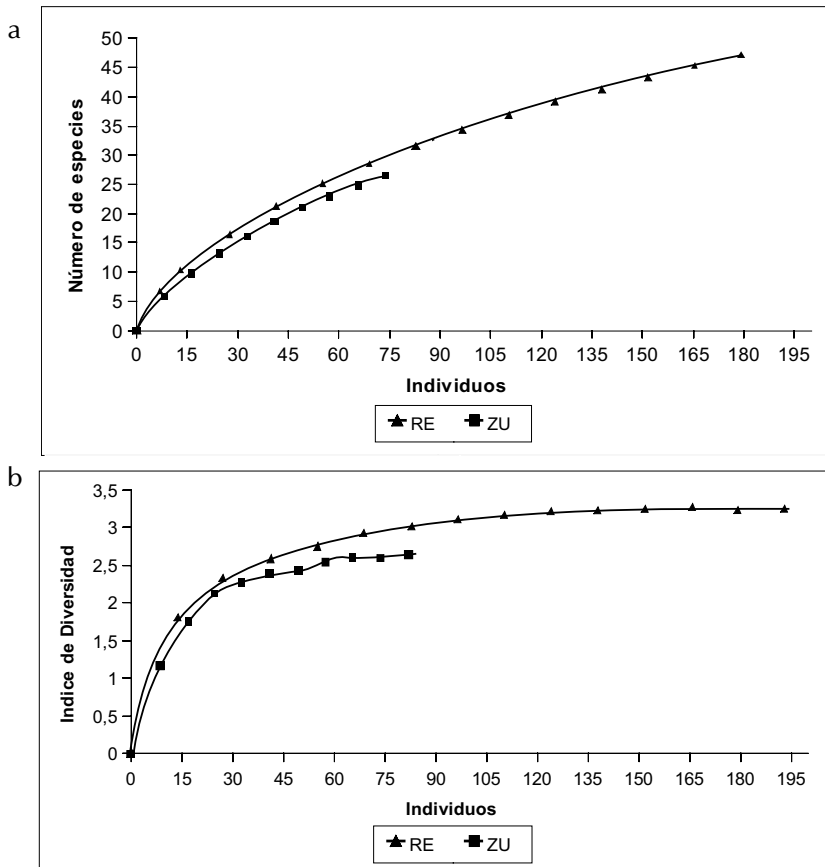
RESULTADOS

Riqueza específica

Fueron colectados 277 individuos en total, entre los que se identificaron 62 especies, pertenecientes a 27 géneros y 5

Tabla I. Diversidad de abejas silvestres por familia para la Reserva Universitaria "Escuela Granja" y Zona Urbana.

| Familia | Reserva Universitaria | | Zona Urbana | |
|-------------------|-----------------------|------------|-------------|------------|
| | Especies | Individuos | Especies | Individuos |
| ANDRENIDAE | 4 | 4 | 1 | 1 |
| APIDAE | 19 | 81 | 8 | 49 |
| COLLETIDAE | 1 | 1 | 2 | 2 |
| HALICTIDAE | 16 | 92 | 9 | 14 |
| MEGACHILIDAE | 10 | 17 | 8 | 16 |
| Total | 50 | 195 | 28 | 82 |
| Índice de Shannon | 3,25 | | 2,64 | |

**Fig. 1.** a-Curva de acumulación de especies por individuos; b- curva de acumulación de diversidad por individuos para RE= Reserva Universitaria "Escuela Granja" y ZU= Zona Urbana.

familias. En ZU, se colectaron 82 individuos mientras que en RE fueron colectados 195 individuos. RE presentó 22 especies más que ZU y el índice de diversidad de Shannon para RE fue 3,25, mientras que para ZU fue 2,64 (Tabla I).

Las cinco familias representadas en ambos

sitios fueron Andrenidae, Apidae, Colletidae, Halictidae y Megachilidae. Las familias Apidae y Halictidae fueron las más ricas, en RE los valores fueron 19 y 16, mientras que en ZU fueron 8 y 9, respectivamente.

El porcentaje de especies exclusivas fue de 54,83 % para RE y de 19,35% para ZU. El

porcentaje de especies compartidas por los dos sitios fue de 25,8%.

Las especies que se presentaron durante el periodo más largo de la temporada de captura, fueron *Dialictus sp A* y *Bombus atratus* Franklin en RE, y *Plebeia catamarcensis* (Holmberg) en ZU. *Apis mellifera* Linnaeus fue observada en ambos sitios durante todo el periodo de colecta, pero no se registraron datos cuantitativos referidos a esta especie. Dos especies cleptoparásitas fueron colectadas en ZU, *Temnosoma sphaerocephala* (Schrottky) y *Coelioxys cerasiopleura* Holmberg.

Los resultados de la curva de rarefacción muestran que, si bien RE acumuló mayor número de especies por individuo que ZU, en el punto en el cual el tamaño de la muestra es máximo e igual para ambos sitios (82 individuos), los valores de riqueza (Fig. 1a) y diversidad (Fig. 1b) son apenas mayores para RE.

Relaciones entre las abejas silvestres y las especies vegetales registradas

El total de abejas capturadas en los dos sitios, se realizó sobre 36 especies vegetales pertenecientes a 17 familias (Tabla II, Apéndice II). El sitio RE fue el que presentó mayor porcentaje de especies vegetales exclusivas, se registró el 61,11% del total, mientras que en ZU, el 22,23% de especies exclusivas. Ambos sitios compartieron el 16,66%.

Las interacciones abeja-planta consignadas en RE fueron 108, mientras que en ZU fueron 41. La familia Asteraceae fue la que recibió mayor número de especies visitantes: 37 en RE y 8 en ZU. A su vez, fue la que estuvo mejor representada, ya que registró 11 especies totales (la mayor riqueza por familia para los vegetales), el total de éstas estuvieron presentes en RE y sólo 2 en ZU.

La Figura 2 muestra, para cada sitio, cuáles fueron las familias que recibieron más del 60 por ciento de los individuos colectados. En el caso de RE, el 64,72% de los individuos fue capturado en las familias Asteraceae, Solanaceae y Malvaceae, mientras que para ZU, las familias Bignoniaceae y Lamiaceae

Tabla II. Número de especies vegetales y familias sobre las que se capturaron los ejemplares de abejas silvestres en cada sitio.

| Familia | Reserva Universitaria | Zona Urbana |
|---------------------|-----------------------|-------------|
| | Especies | Especies |
| ASTERACEAE | 11 | 2 |
| APIACEAE | 3 | 1 |
| BRASSICACEAE | | 1 |
| BIGNONIACEAE | | 2 |
| CACTACEAE | 1 | |
| COMMELINACEAE | 1 | |
| ELASTRACEAE | 1 | |
| FABACEAE | 2 | 1 |
| LAMIACEAE | 1 | 1 |
| LILIACEAE | | 1 |
| LITHRACEAE | 1 | |
| MALVACEAE | 2 | |
| ONAGRACEAE | 1 | |
| PITTOSPORACEAE | | 1 |
| PORTULACACEAE | 1 | |
| SOLANACEAE | 3 | 1 |
| VERBENACEAE | | 2 |
| Total | 28 | 13 |
| Especies exclusivas | 23 | 8 |

fueron las que recibieron el 65% de las visitas.

Composición de las comunidades por sitio

Generalistas y especialistas

En la comparación entre sitios, en cuanto a la categoría hábito alimentario, se encontraron diferencias significativas entre las comunidades de abejas (Tabla III). Las abejas especialistas presentaron un porcentaje más alto en RE, mientras que las generalistas presentaron el mayor porcentaje en ZU.

Las abejas especialistas tuvieron un periodo de presencia acotado durante la temporada de captura.

Sociales y solitarias

No se encontraron diferencias significativas entre las comunidades respecto a esta categoría (Tabla III), en ambos sitios fueron más abundantes las especies solitarias.

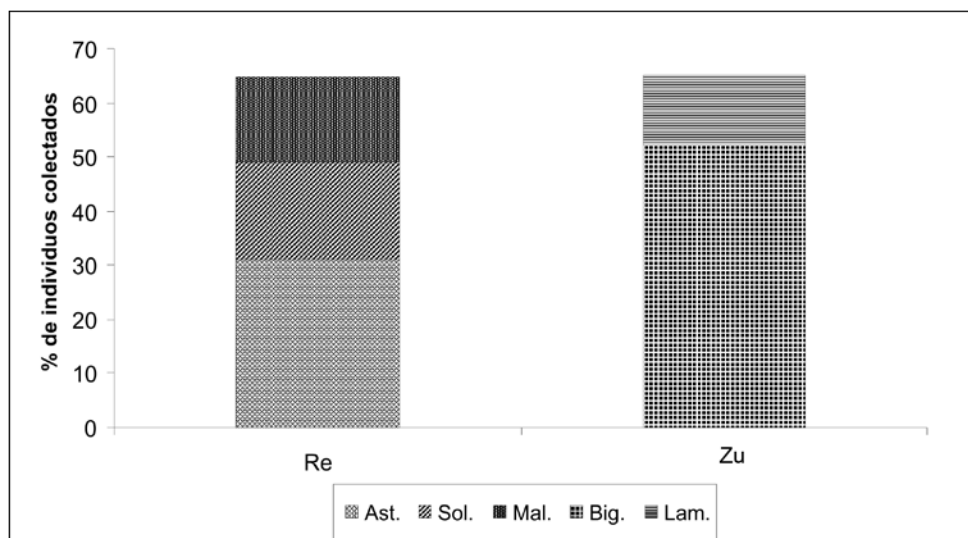


Fig. 2. Familias de plantas que recibieron el 60 % o más de los individuos capturados en cada sitio. RE= Reserva Universitaria "Escuela Granja"; ZU= Zona Urbana. Lam= Lamiaceae; Big= Bignoniaceae; Sol= Solanaceae; Mal= Malvaceae; Ast= Asteraceae.

Nidificación en suelo o en cavidades

Se encontraron diferencias significativas entre las comunidades respecto al sitio de nidificación de las especies (Tabla III). En RE, se encontraron más especies que nidifican en suelo, mientras en ZU la mayoría lo hace en cavidades preexistentes.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Diversidad

Este estudio indica que el área natural Reserva Universitaria Escuela Granja (RE) contendría una mayor riqueza y diversidad de especies de abejas que la zona urbana (ZU) de la localidad de Susana. Si bien los esfuerzos de muestreo para cada sitio no fueron idénticos, las curvas de acumulación permiten su comparación. No obstante, se cree necesario realizar muestreos más intensos en ambos sitios, ya que las curvas de acumulación no se acercan a la asíntota.

Elenco de abejas silvestres

Dos de las especies identificadas en este estudio son introducidas: *Hylaeus punctatus* (Brullé) (Colletidae) y *Megachile rotundata* (Thomson) (Megachilidae). Los ejemplares

fueron encontrados en RE y ZU, en *Aster squamatus*, *Cirsium vulgare*, *Hyptis* sp. A y *Aloysia gratissima*. *Megachile rotundata* ha sido introducida para la polinización de alfalfa, hoy es muy común encontrarla tanto en ambientes naturales como modificados (Roig Alsina, 2008). El presente relevamiento registró la presencia de especies que se saben polinizadoras, como el caso de *B. atratus* que poliniza solanáceas cultivadas, como así también especies potencialmente utilizables para polinización, como las pertenecientes a los géneros *Augochlora* Smith, *Bombus* Latreille y *Megachile* Latreille.

Con respecto a las especies cleptoparasitas, fueron capturados sólo dos individuos. La baja frecuencia de visita floral, que presentan las abejas con este tipo de comportamiento, podría explicar esto. Sería necesario otro tipo de muestreo para el registro de ocurrencia de especies e individuos de este grupo de abejas (Steiner *et al.*, 2006), ya que éstas son más comunes volando en el área de nidificación de sus hospedadores y no así en las flores. Además de conocer la diversidad y composición de la comunidad de abejas silvestres en dos tipos de ambientes, con este trabajo se aportaron datos de distribución de las mismas para la provincia de Santa Fe.

Tabla III. Comparación de alternativas dentro de cada categoría para la comunidad de abejas silvestres en Reserva Ecológica (RE) y Zona Urbana (ZU). Las categorías marcadas con (*) indican que hubo diferencias significativas entre sitios ($p \leq 0,05$, prueba del χ^2). (**) Familia Megachilidae y cuatro especies no categorizadas de la familia Apidae se excluyen de esta categoría.

| | RE | | ZU | |
|----------------------------------|------------|------------|------------|------------|
| | Nº de esp. | Porcentaje | Nº de esp. | Porcentaje |
| Hábitos alimentarios* | | | | |
| Especialistas | 11 | 30,5% | 3 | 15,8% |
| Generalistas | 25 | 69,5% | 16 | 84,2% |
| Total** | 36 | 100% | 19 | 100% |
| $(p \leq 0,05; \chi^2=3,841)$ | | | | |
| Comportamiento social | | | | |
| Solitarias | 39 | 78% | 20 | 77% |
| Eusociales | 11 | 22% | 6 | 23% |
| Total | 50 | 100% | 26 | 100% |
| $(p \leq 0,05; \chi^2=3,841)$ | | | | |
| Sustrato de nidificación* | | | | |
| Suelo | 36 | 72% | 10 | 38,5% |
| Cavidades preexistentes | 14 | 28% | 16 | 61,5% |
| Total | 50 | 100% | 26 | 100% |
| $(p \leq 0,05; \chi^2=3,841)$ | | | | |

Aspectos biológicos de abejas silvestres y tipo de ambiente

Hábito alimentario

El sitio natural presentó más abejas especialistas, mientras que en el ambiente urbano la mayoría de las especies fueron generalistas. Este aspecto de la biología estaría relacionado con la oferta de recurso floral del ambiente. Las abejas especialistas están estrechamente asociadas a la presencia y fenología del género o familia vegetal de la cual se alimentan, y la temporada de vuelo coincide con el período de floración (Minckley *et al.*, 1999). Si estas especies vegetales no se encuentran en el ambiente, es muy probable que tampoco estén las abejas que se alimentan de ellas. Las especies vegetales registradas en el presente trabajo indicarían que RE presenta una mayor riqueza en comparación con ZU y que, además, la composición de estas dos áreas sería diferente. Esta disparidad podría tener un impacto directo sobre la presencia de especies de abejas (Gathmann & Tschardtke,

2002). En RE, fueron registradas más especies para la familia Asteraceae. Este factor, entre otros, podría explicar la presencia de una mayor diversidad de abejas en el sitio natural, ya que, como afirman otros autores, esta familia sería de las más importantes para las comunidades de abejas (Schwartz Filho & Laroca, 1999 y Williams *et al.*, 2001).

En muchos casos, las especies generalistas son solitarias con más de una generación por temporada o sociales con colonias de cientos de individuos. Por esta razón, la temporada de vuelo excede el período de floración de la mayoría de las especies vegetales, utilizando numerosas especies como recurso alimentario durante la temporada de colecta. En el ambiente urbano, la presencia de especies de jardín, además de las silvestres, ofrecería a las abejas generalistas una alternativa para los meses en que los recursos silvestres no están en flor, debido a que la fenología de las plantas ornamentales suele presentar un período de floración más amplio que las especies silvestres. La menor diversidad de abejas encontrada en este ambiente podría deberse a la baja riqueza que registró la

familia Asteraceae y la ausencia de otras familias vegetales como Portulacaceae, para la cual se conocen especies asociadas como *Alepidosceles fillitarsis* (Vachal).

Estructura social

No se encontraron diferencias en el tipo de comportamiento social entre los dos ambientes, no obstante, se podría haber esperado un mayor número de especies solitarias en el ambiente natural, debido a la presencia de abejas especialistas en el sitio. Éste sería un factor importante a tener en cuenta en un estudio posterior en la región.

Sustrato de nidificación

Las abejas que nidifican en cavidades preexistentes fueron más abundantes en el ambiente antropizado. Esto respondería a que el suelo está modificado por la actividad del hombre mediante construcciones, alisado o parquizado. De esta forma, las abejas capaces de utilizar cavidades en troncos de árboles o maderas y huecos en la construcción, son las que tendrán más posibilidades de establecerse. Por el contrario, el ambiente natural ofrece suelo adecuado para la nidificación, en cuanto al grado de compactación, drenaje e incidencia de luz respecto al ambiente urbano. Coincidentemente, las abejas que nidifican en el suelo fueron más abundantes en este ambiente. Aunque no se realizaron mediciones para evaluar estas variables, las diferencias entre un ambiente urbano y otro natural permiten esta apreciación.

En este estudio, se observó una asociación de abejas especialistas y de nidificación en el suelo con el ambiente natural, y por otro lado, de especies generalistas y de nidificación en cavidades con el ambiente urbano. Las variables climáticas serían similares en los dos sitios estudiados, debido a la escasa distancia que los separa, por lo que la diferencia se debería a la dinámica de variación intrínseca de las comunidades (Williams *et al.*, 2001). Serían necesarios más esfuerzos de colecta, tiempo y financiamiento para distinguir cuáles de estas variaciones a nivel específico se deben a fluctuaciones en el espacio y en el tiempo, y cuáles se deben a

las condiciones del ambiente; la comparación de estos grupos biológicos permite una primera aproximación para entender cuáles son los factores del ambiente que influyen en la variación de las comunidades de abejas.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Arturo Roig Alsina por su ayuda en la identificación de las especies de abejas y las sugerencias aportadas para mejorar el trabajo, a Jorge Frana por su colaboración y orientación en el trabajo de campo, a Ana Luchetti por la determinación de las especies vegetales, a Diego Vázquez y a Fernando Vittar por sus aportes al manuscrito. A los árbitros por sus valiosas sugerencias.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- BANASZAK, J. & L. ROMASENKO. 1998. *Megachilid Bees of Europe*. Pedagogical University of Bydgoszcz, Bydgoszcz.
- BARTHOLOMEW, C. S. & D. PROWELL. 2006. Comparison of bee diversity in Upland and Wet flatwood longleaf Pine Savannas in Louisiana (Hymenoptera: Apoidea). *J. Kans. Entomol. Soc.* 79 (2): 199-206.
- BARTHOLOMEW, C. S., D. PROWELL & T. GRISWOLD. 2006. An annotated checklist of bees (Hymenoptera: Apoidea) in longleaf Pine Savannas of Southern Louisiana and Mississippi. *J. Kans. Entomol. Soc.* 79 (2): 184-198.
- BASILIO, A. M., D. MEDÁN, J. P. TORRETTA & N. H. BARTOLONI. 2006. A year-long plant-pollinator network. *Aust. Ecol.* 31: 975-983.
- BUCHMANN, S. L. & G. P. NABHAN. 1996. *The forgotten pollinators*. Island Press, Washington, DC.
- COLWELL, R. K. 2006. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8. Persistent URL < purl.oclc.org/estimates >
- EXNER, E., C. H. D'ANGELO & J. F. PENSIERO. 2004. Vegetación y flora de la reserva universitaria de la Escuela Granja de Esperanza (Santa Fe, Argentina). *Rev. FAVE, Sec. Cienc. Agr.* 3 (1-2).
- GATHMANN, A. & T. TSCHARNTKE. 2002. Foraging ranges of solitary bees. *J. Animal Ecol.* 71: 757-764.
- GOTELLI, N. J. & R. K. COLWELL. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecol. Lett.* 4: 379-391.
- HERRERA, C. M. 1988. Variation in mutualisms: the spatio-temporal mosaic of a pollinator assemblage. *Biol. J. Linn. Soc.* 35:95-125.
- JENSEN-HAARUP, A. C. 1908. Biological research amongst the Argentine bees with special reference to flowers they visit. *Flora og Fauna*: 95-111.
- JÖRGENSEN, P. 1909. Beobachtungen über Blumenbesuch, Biologie, Verbreitung usw. der Bienen von Mendoza (Hym.). *Deut. Entomol. Z.* 1909: 211-227.

13. JÖRGENSEN P. 1912a. Revision der Apiden der Provinz Mendoza, República Argentina (Hym.). *Zool. Jahrb. Abt. Syst.* 32 (2): 89-162.
14. JÖRGENSEN P. 1912b. Los crisididos y los himenópteros aculeados de la provincia de Mendoza. *An. Mus. Nac. B. Aires* 22: 267-338.
15. KLEIN, A., B. E. VAISSIÈRE, J. H. CANE, I. STEFFAN-DEWETER, S. A. CUNNINGHAM, C. KREMEN & T. TSCHARNTKE. 2006. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proc. R. Soc. B* 274: 303-313.
16. MEDAN, D., N. H. MONTALDO, M. DEVOTO, A. MANTESE, V. VASELLATI & N. H. BARTOLONI. 2002. Plant-pollinator relationships at two altitudes in the Andes of Mendoza, Argentina. *Arctic, Antarctic, Alpine Res.* 34: 233-241.
17. MICHENER, C. D. 2007. *The Bees of the World*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore.
18. MINCKLEY, R. L., J. H. CANE, L. KEVIN & T. H. ROULSTON. 1999. Spatial predictability and resource specialization of bees (Hymenoptera: Apoidea) at a superabundant, widespread resource. *Biol. J. Linn. Soc.* 67: 119-147.
19. PENSIERO, J. F., H. F. GUTIÉRREZ, A. M. LUCHETTI, E. EXNER, V. KERN, E. BRINCH, L. OAKLEY, D. PRADO & J. P. LEWIS. 2005. *Flora vascular de la provincia de Santa Fe. Claves para el reconocimiento de las familias y géneros. Catálogo sistemático de las especies*. Universidad Nacional del Litoral.
20. ROIG ALSINA, A. 2008. Apiformes (abejas). *En: Roig Juñent, S., L. Claps & G. Debandi (Eds.) Biodiversidad de Atrópodos argentinos Volumen II*. Sociedad Entomológica Argentina ediciones, Mendoza, pp. 373-390.
21. SAKAGAMI, S. F., S. LAROCA & J. S. MOURE. 1967. Wild bee biocoenotics in São José dos Pinhais (PR), South Brasil. Preliminary report. *J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Series VI, Zool.* 16 (2):253-291.
22. SCHWARTZ FILHO, D. & S. LAROCA. 1999. A comunidade de abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) da Ilha das Cobras (Paraná, Brasil): aspectos ecológicos e biogeográficos. *Acta Biol. Paranaense* 28 (1-4): 19-108.
23. SILVEIRA, F. A. & M. J. CAMPOS. 1995. A melissofauna de Corumbataí (SP) e Paraopeba (MG) e uma análise da biogeografia das abelhas do cerrado brasileiro (Hymenoptera, Apoidea). *Rev. Bras. Entomol.* 39 (2): 371-401.
24. SILVEIRA, F. A., L. B. da ROCHA, J. R. CURE & M. J. F. OLIVEIRA. 1993. Abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) da Zona da Mata de Minas Gerais. II. Diversidade, abundância e fonte de alimento em uma pastagem abandonada em Ponte Nova. *Rev. Bras. Entomol.* 37 (3): 595-610.
25. STEINER, J., B. HARTE-MARQUES, A. ZILLIKENS & A. P. FEJA. 2006. Bees of Santa Catarina Island, Brazil. A first survey and checklist (Insecta: Apoidea). *Zootaxa*. 1220: 1-18.
26. TORRETTA, J. P. Inéd. Entomofauna relacionada con la polinización del girasol (*Helianthus annuus* L.) en Argentina. Tesis, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, 2007, 91 pp.
27. VÁZQUEZ, D. P., V. ASCHERO & E. L. STEVANI. 2008. Livestock grazing, habitat protection and diversity of bees and wasps in the Central Monte desert. *Rev. Soc. Entomol. Argent.* 67 (3-4): 1-10.
28. VÁZQUEZ, D. P. & D. SIMBERLOFF. 2002. Ecological specialization and susceptibility to disturbance: Conjectures and refutations. *Am. Nat.* 159: 606-623.
29. WILLIAMS, N. M., R. L. MINCKLEY & F. A. SILVEIRA. 2001. Variation in native bee faunas and its implications for detecting community changes. *Cons. Ecol.* 5 (1): 7. (online) URL: <http://www.consecol.org/vol5/iss1/art7/>

Apéndice II. Especies vegetales sobre las que se capturaron los ejemplares de abejas silvestres en cada sitio. N° sp. V= número de especies visitantes; N° de ind.= número de individuos.

| Familia | Cod. | Especies vegetales | Reserva Universitaria | | Zona Urbana | |
|----------------|------|---|-----------------------|------------|-------------|------------|
| | | | N° sp. V. | N° de ind. | N° sp. V. | N° de ind. |
| ASTERACEAE | 1 | <i>Aster squamatus</i> (Spreng.) | 7 | 8 | 7 | 7 |
| | 2 | <i>Baccharis</i> sp. A | 5 | 6 | | |
| | 3 | <i>Baccharis</i> sp. B | 1 | 1 | | |
| | 4 | <i>Cichorium intybus</i> L. | 6 | 13 | | |
| | 5 | <i>Cirsium vulgare</i> (Sav.) Ten. | 8 | 22 | | |
| | 6 | <i>Grindelia scorzonifolia</i> Hook & Arn | 2 | 2 | | |
| | 7 | <i>Holocheilus heracioides</i> (D. Don) Cabrera | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 8 | <i>Pterocaulon virgatum</i> (L.) DC. | 1 | 1 | | |
| | 9 | <i>Senecio</i> sp. A | 3 | 3 | | |
| | 10 | <i>Senecio</i> sp. B | 1 | 1 | | |
| | 11 | <i>Tessaria dodoneifolia</i> (Hook& Arn.) Cabrera | 2 | 2 | | |
| APIACEAE | 12 | <i>Ammi visnaga</i> (L.) Lam. | 7 | 13 | | |
| | 13 | <i>Apium</i> sp.A | 10 | 19 | 1 | 1 |
| | 14 | <i>Eryngium</i> sp. | 1 | 1 | | |
| BRASSICACEAE | 15 | <i>Brassica campestris</i> L. | | | 1 | 1 |
| BIGNONIACEAE | 16 | <i>Campsis tagliabuana</i> (Vis.)Rehd. | | | 4 | 16 |
| | 17 | <i>Macfadyena unguis-cati</i> (L.) A. H. Gentry | | | 10 | 27 |
| CACTACEAE | 18 | <i>Opuntia paraguayensis</i> K. Schum. | 1 | 1 | | |
| COMMELINACEAE | 19 | <i>Commelina erecta</i> L. | 1 | 1 | | |
| ELASTRACEAE | 20 | <i>Maytenus vitis-idaea</i> Griseb | 1 | 1 | | |
| FABACEAE | 21 | <i>Parkinsonia aculeata</i> L. | 1 | 1 | | |
| | 22 | <i>Pterogyne nitens</i> Tul. | 2 | 2 | | |
| | 23 | <i>Lathyrus latifolius</i> L. | | | 4 | 10 |
| LAMIACEAE | 24 | <i>Hyptis</i> sp. A | 11 | 14 | 7 | 9 |
| LILIACEAE | 25 | <i>Hemerocallis</i> sp. | | | 2 | 4 |
| LITHRACEAE | 26 | <i>Heimia salicifolia</i> (Kunth) Link | 1 | 1 | | |
| MALVACEAE | 27 | <i>Sida rhombifolia</i> L. | 10 | 13 | | |
| | 28 | <i>Sphaeralcea bonariensis</i> (Cav.) Griseb | 8 | 18 | | |
| ONAGRACEAE | 29 | <i>Oenothera</i> sp. A | 4 | 4 | | |
| PITTOSPORACEAE | 30 | <i>Pittosporum tobira</i> (Thunb.) Ait. | | | 1 | 1 |
| PORTULACACEAE | 31 | <i>Portulaca oleracea</i> L. | 3 | 12 | | |
| SOLANACEAE | 32 | <i>Grabowskia duplicata</i> Arn. | 3 | 3 | | |
| | 33 | <i>Solanum juvenale</i> Thell. | 3 | 12 | 1 | 1 |
| | 34 | <i>Solanum</i> sp. A | 11 | 19 | | |
| VERBENACEAE | 35 | <i>Aloysia gratissima</i> (Gillies & Hook) | | | 1 | 2 |
| | 36 | <i>Verbena litoralis</i> Kunth | | | 2 | 2 |
| | | Nro de interacciones | 115 | | 42 | |